



Docket No. 1232-5272

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): Daisuke ITO

Group Art Unit: Unassigned

Serial No.: 10/771,789

Examiner: Unassigned

Filed: February 3, 2004

For: LENS SYSTEM AND IMAGE-TAKING APPARATUS HAVING THE SAME

**CLAIM TO CONVENTION PRIORITY**

Mail Stop \_\_\_\_\_  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

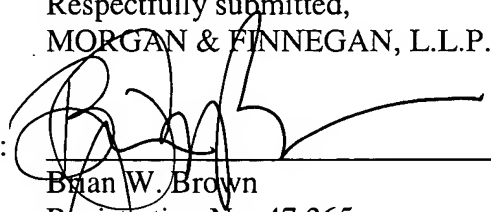
In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

Application(s) filed in: Japan  
In the name of: Canon Kabushiki Kaisha  
Serial No(s): JP2003-02597  
Filing Date(s): February 5, 2003

- ☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submit(s) a duly certified copy of said foreign application.
- ☐ A duly certified copy of said foreign application is in the file of application Serial No. \_\_\_\_\_, filed \_\_\_\_\_.

Respectfully submitted,  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: March 31, 2004

By:   
\_\_\_\_\_  
Brian W. Brown  
Registration No. 47,265  
(202) 857-7887 Telephone  
(202) 857-7929 Facsimile

Correspondence Address:  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.  
345 Park Avenue  
New York, NY 10154-0053

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    2 月    5 日  
Date of Application:

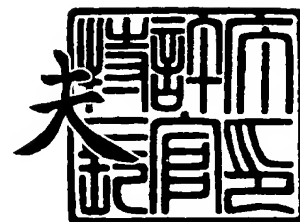
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 2 8 5 9 7  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 0 2 8 5 9 7 ]

出      願      人                      キヤノン株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 4 年    2 月 2 4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 251641

【提出日】 平成15年 2月 5日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 27/00

【発明の名称】 レンズ系

【請求項の数】 1

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社  
社内

    【氏名】 伊藤 大介

【特許出願人】

    【識別番号】 000001007

    【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

    【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

    【識別番号】 100086818

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 高梨 幸雄

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 009623

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9703877

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レンズ系

【特許請求の範囲】

【請求項1】 前方より後方へ順に、負の屈折力の第1レンズ群と、開口絞りと、正の屈折力の第2レンズ群とを有するレンズ系において、該第1レンズ群は後方の面が凹形状の単一レンズから成ると共に、該第2レンズ群は3枚のレンズを有し、該レンズ系の全長を  $t_d$ 、該レンズ系全体の焦点距離を  $f$  とするとき

$$0.7 < t_d / f < 1.3$$

なる条件を満足することを特徴とするレンズ系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はレンズ系に関し、例えばデジタルビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、銀塩フィルムを使用するカメラ、例えば35mm判カメラに加え、新しいジャンルの撮像装置（光学機器）としてCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子を使用するデジタルビデオカメラやデジタルスチルカメラが急速に普及してきている。

【0003】

このようなデジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラにおいては、撮影画像の高精細化と撮像装置本体の小型化が強く要望されており、それにともない、撮影系（撮影レンズ）には高解像力と小型化の両立が求められている。特に携帯性を重視した薄型のカメラには、レンズ全長の短い撮影レンズが強く要求されている。レンズ全長を短縮化するには出来るだけ構成レンズ枚数を少なくすることが有利である。

【0004】

また、固体撮像素子を用いたカメラにおいて、撮像レンズの射出瞳から像面までの距離が極端に短いと軸外光線の受光面への入射角度が大きくなるためシェーディングが発生する。このため、このような固体撮像素子に像を形成するための撮影レンズには、射出瞳が像面より十分に離れているテレセントリックな光学系が要求される。

#### 【0005】

テレセントリックな光学系を実現するための一形態として、開口絞りより物体側のレンズ群を負の屈折力とし、開口絞りより像側のレンズ群を正の屈折力とする、所謂レトロフォーカス型が知られている。レトロフォーカス型の撮影レンズでは、開口絞りを挟んで位置する前群と後群とが共に軸外主光線と光軸とのなす角度を小さくするように作用するので、テレセントリック性を維持するのに好適である。

#### 【0006】

レトロフォーカス型の撮影レンズとして、例えば、負レンズ、絞り、接合レンズ、正レンズの3群4枚構成としたレトロフォーカス型の撮影レンズが知られている（例えば特許文献1）。

#### 【0007】

又、負レンズ、絞り、正レンズ、接合レンズの3群4枚構成としたレトロフォーカス型の撮影レンズが知られている（例えば特許文献2～14）。

#### 【0008】

又、負レンズ、絞り、正レンズ、負レンズ、正レンズの4群4枚構成としたレトロフォーカス型の撮影レンズが知られている（例えば特許文献15）。

#### 【0009】

又、負レンズ、絞り、正レンズ、正の屈折力の接合レンズ、負レンズの4群5枚構成としたレトロフォーカス型の撮影レンズが知られている（例えば特許文献16）。

#### 【0010】

又、負レンズ、絞り、正レンズ、正の屈折力の接合レンズ、正レンズの4群5枚構成としたレトロフォーカス型の撮影レンズが知られている（例えば特許文献

17)。

【0011】

又、負レンズ、絞り、正レンズ、負レンズ、正レンズ、正レンズの5群5枚構成としたレトロフォーカス型の撮影レンズが知られている（例えば特許文献18、19）。

【0012】

又、負レンズ、正レンズ、絞り、負レンズ、正レンズの4群4枚構成のレトロフォーカス型の撮影レンズが知られている（例えば特許文献20）。

- 【特許文献1】 米国特許第5251073号
- 【特許文献2】 米国特許第5724190号
- 【特許文献3】 特開平10-048515号公報
- 【特許文献4】 特開平09-179022号公報
- 【特許文献5】 特開平09-033802号公報
- 【特許文献6】 特開平08-005908号公報
- 【特許文献7】 特開平11-119093号公報
- 【特許文献8】 特開平10-142496号公報
- 【特許文献9】 特開平05-288985号公報
- 【特許文献10】 特開平09-090218号公報
- 【特許文献11】 特開平10-300906号公報
- 【特許文献12】 特開平10-301025号公報
- 【特許文献13】 特開平11-038316号公報
- 【特許文献14】 特開平11-109223号公報
- 【特許文献15】 特開平10-048514号公報
- 【特許文献16】 米国特許第5781350号
- 【特許文献17】 特開2000-002835号公報
- 【特許文献18】 特開2001-100094号公報
- 【特許文献19】 特開2002-098887号公報
- 【特許文献20】 特公平05-037288号公報

【0013】

**【発明が解決しようとする課題】**

レトロフォーカス型の撮影レンズにおいて、レンズ間隔を狭めたコンパクトなレンズ構成にするためには前群の負の屈折力を強めると共に、後群の最終レンズ（最も像側のレンズ）を正レンズとするのがよい。このとき、テレセントリック性を維持するためには最終レンズの屈折力を強める必要がある。しかしながら、後群の最終レンズの屈折力が強くなりすぎると樽型の歪曲収差および非点収差が多く発生する。それを避けるためには前群と後群をある程度離して配置せねばならないため、結果として小型化、テレセントリック性、良好な光学性能といった要求を満たすレンズ系を実現することは非常に困難である。

**【0014】**

コンパクトなレンズ構成を実現しつつ、テレセントリック性を維持するためには、最終レンズより最大像高へ向かう軸外主光線の角度と、軸上主光線の角度がある範囲にあることが必要である。これらを考慮すると、上述した特許文献1～20に開示された撮影レンズは、固体撮像素子に像を形成するためのレンズ系としては、いずれも不十分であった。

**【0015】**

本発明は、シンプルで小型な構成でありながら、テレセントリック性と高い光学性能を維持したレンズ系の提供を目的とする。

**【0016】****【課題を解決するための手段】**

本発明のレンズ系は、前方（物体側）より後方（像側）へ順に、負の屈折力の第1レンズ群と、開口絞りと、正の屈折力の第2レンズ群とを有するレンズ系において、第1レンズ群は後方の面が凹形状の単一レンズから成ると共に、第2レンズ群は3枚のレンズを有し、レンズ全長を  $t_d$ 、レンズ全系の焦点距離を  $f$  とするとき、

$$0.7 < t_d / f < 1.3$$

なる条件を満足することを特徴としている。

**【0017】****【発明の実施の形態】**

以下、図面を用いて本発明のレンズ系の実施形態 1～8（以下、特に断らない限り、総称して「本実施形態」という）について説明する。本実施形態のレンズ系は、固体撮像素子に像を形成するために用いられる撮影レンズである。

#### 【0018】

さて、図 1、図 3、図 5、図 7、図 9、図 11、図 13、図 15 は、実施形態 1～8 に対応する撮影レンズのレンズ断面図である。図 2、図 4、図 6、図 8、図 10、図 12、図 14、図 16 は、実施形態 1～8 の撮影レンズの諸収差図である。尚、レンズ断面図において左方が被写体側（物体側、前方）で、右方は像面側（後方）である。

#### 【0019】

各レンズ断面図において、OL は撮影レンズである。撮影レンズ OL は、負の屈折力の第 1 レンズ群（前群）L1、開口絞り SP、正の屈折力の第 2 レンズ群（後群）L2 で構成され、レトロフォーカス型のレンズ構成より成っている。G は光学フィルター、フェースプレート等に相当する光学ブロックである。IP は像面であり、CCD センサや CMOS センサ等の固体撮像素子（光電変換素子）の撮像面の位置に対応する。

#### 【0020】

各収差図において、d、g は d 線及び g 線、 $\Delta M$ 、 $\Delta S$  はメリジオナル像面、サジタル像面、 $\omega$  は半画角である。倍率色収差は g 線によって表している。

#### 【0021】

さて、本実施形態の撮影レンズ OL において、第 1 レンズ群 L1 は、像側の面が凹形状である負の屈折力の第 1 レンズ G1 で構成されている。第 2 レンズ群 L2 は、両レンズ面が凸面の正の屈折力の第 2 レンズ G2、両レンズ面が凹面の負の屈折力の第 3 レンズ G3、物体側に凸面を向けた正の屈折力の第 4 レンズ G4 で構成されている。第 2 レンズ群 L2 を構成する各レンズ G2～G4 は、可能な限り間隔を小さくしてコンパクト化を図っている。

#### 【0022】

このように本実施形態の撮影レンズ OL は、4 群 4 枚のレンズ構成で良好な光学性能を有し、小型で簡易な撮影レンズを達成している。



## 【0023】

本実施形態では、第2レンズ群L2の各レンズ間隔を小さくするために、第2レンズG2に屈折率が2.0以上の硝材を用いている。第2レンズG2の材料の屈折率が小さい状態で第2レンズ群L2のレンズ全長の短縮を実現しようとする、軸外光線を第2レンズG2と第3レンズG3の間隔で跳ね上げる屈折力が弱くなり軸外での性能を良好に保つのが難しくなる。一方で第2レンズG2の屈折力を強めるためにレンズ面の曲率を小さくすると、第2レンズG2の肉厚が増し、結果として大型化を招くことになる。したがって、本実施形態では、レンズ面の曲率半径を大きくしながら、第2レンズG2の屈折力を大きくするために屈折率2.0以上の硝材を用いている。これにより、第2レンズ群L2を構成する各レンズのレンズ間隔を狭めることが可能となり、コンパクトなレンズ構成にしながら高性能を実現できる。

## 【0024】

また、本実施形態では、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の間に開口絞りSPを設けて、テレセントリック性の維持と小型化の両立を図っている。例えば、射出瞳を像面からできるだけ離すために開口絞りSPを第1レンズG1よりも物体側に配置した場合、光学性能を良好に保つのが難しくなり、又絞りSPがレンズ全系の外側にあるため、鏡筒を含めた光学部品としては大型化を招くことになる。また第2レンズG2より像側に配置した場合には射出瞳を像面から十分に離すことが困難となる。

## 【0025】

第1レンズ群L1は、像側に凹面を向けたメニスカス形状の単一レンズG1より構成している。これとは逆に、物体側に凹面を向ける構成とした場合、レンズ全長は変わらないが、鏡筒を含めた光学部品としては大型化してしまう。射出瞳位置を離すためには軸外主光線を屈曲させる作用を第1レンズG1にある程度持たせる必要がある。よって、第1レンズG1にはある程度の負の屈折力が必要であるが、結果として第1レンズG1で樽型の歪曲収差が発生しやすくなる。この歪曲収差の発生を最小限とするためには、軸外主光線の入射角度を最小とすると効果がある。例えば、コンセントリックな曲率半径とすれば軸外入射角度を0と

することが出来るが、これでは前述した「ある程度」の負の屈折力を持たせることができない。そこで本実施形態の撮影レンズOLでは、第1レンズG1をコンセントリックな形状に対して物体側の面は曲率半径を大きく、像面側の面は曲率半径を小さくして屈折力を強めるものの、像面側に強い凹面を向けたメニスカス形状を維持して歪曲収差の発生を最小限としている。そしてこれらの収差を、第2レンズ群L2にて補正している。

#### 【0026】

また、最終レンズである第4レンズG4に非球面を用いて良好な結像性能を得ている。第4レンズG4を球面レンズで構成した場合、最終レンズの屈折力を強めなければならず、これにより樽型の歪曲収差、アンダーの像面彎曲が生じ、良好な結像性能を得ること難しくなる。球面レンズのみで結像性能を良好にするにはレンズ枚数を増やさなければならず、レンズ系全体をコンパクトにするのが困難となる。そこで各実施形態では第4レンズG4に非球面を用いて良好に収差補正を行っている。

#### 【0027】

本実施形態の撮影レンズOLでは、レンズ全長（第1レンズG1の物体側のレンズ面から第4レンズG4の像側のレンズ面までの距離）を $t_d$ 、レンズ全系の焦点距離を $f$ 、第1レンズ群L1（第1レンズG1）の焦点距離を $f_1$ 、第1レンズ群L1（第1レンズG1）の像側の面から第2レンズ群L2（第2レンズG2）の物体側の面までの間隔を $d_2$ とすると、

$$0.7 < t_d / f < 1.3 \dots (1)$$

$$0.8 < |f_1| / f < 2.5 \dots (2)$$

$$0.1 < d_2 / f < 0.8 \dots (3)$$

の条件式のうち1以上を満足するようにしている。

#### 【0028】

又、各実施形態の撮影レンズで固体撮像素子等の所定の有効画面内に像を形成する光学機器（カメラ）に適用するときには、第2レンズ群L2の最も像面側の面（第4レンズG4の像面側の面）の有効径を $\phi$ 、撮影レンズOL全系の半画角を $\omega$ 、撮影レンズOL全系の最も像面側のから後側主点位置までの距離を $o_k$ 、

第2レンズ群L2の最も像側の面（第4レンズG4の像側の面）から有効画面の最大像高に向かう軸外主光線と軸上主光線とのなす角度を $\theta$ するとき、

$$0.19 < (\tan \omega - \phi / 2f) / (1 - ok / f) < 0.37 \dots (4)$$

$$15^\circ < \theta < 25^\circ \dots (5)$$

の条件式のうち1以上を満足するようにしている。

#### 【0029】

次に前述の各条件式の技術的な意味について説明する。

#### 【0030】

条件式(1)はレンズ全長を規定している式である。条件式(1)の上限を超えるとレンズ系全体のコンパクト化に困難であり、第1レンズG1の屈折力が弱まり、結果として第4レンズG4の屈折力が強まるため、良好な光学性能を得ることが困難になる。また、下限値を超えてレンズ全長が小さくなると、それに伴い各レンズ間隔が小さくなり、絞りユニットを置く間隔がなくなるとともに、第1レンズG1の屈折力が強くなり、良好な光学性能を得ることが困難となる。

#### 【0031】

条件式(2)は第1レンズ群L1の焦点距離すなわち屈折力を規定している式である。条件式(2)の上限値を超えて屈折力が弱まると、第4レンズG4の屈折力を強くする必要がありベッツバル和を小さくすることが出来なくなり像面彎曲が多く発生するため良くない。また条件式(2)の下限値を超えて屈折力が強まると、第1レンズG1にて歪曲収差、非点収差が過度に発生し、非球面を用いても補正困難となり良くない。

#### 【0032】

条件式(3)は第1レンズG1と第2レンズG2の間隔すなわちレンズ全長を規定している式である。上限値を超えて第1レンズG1と第2レンズG2間隔が広くなるとレンズ全長の短縮が出来ないとともに、第1レンズG1の屈折力が弱まり、結果として第4レンズG4の屈折力が強まるため、良好な光学性能を得ることが困難になる。また、下限値を超えてレンズ間隔が小さくなると、絞りユニットを置く間隔がなくなるとともに、第1レンズG1の屈折力が強くなり、良好な光学性能を得ることが困難となる。

## 【0033】

条件式(4)は有効画面全体の光量を規定している式である。条件式(4)の上限を超過すると撮影レンズの後玉径が大きくなることによりレンズ外径が大型化し良くない。また、条件式(4)の下限を超過すると、画面周辺での光量が少なくなり、シェーディング等の問題を引き起こす原因となるため良くない。

## 【0034】

条件式(5)は最終レンズ(第4レンズG4)の最終面から最大像高に向かう軸外主光線と軸上主光線との角度を規定している式である。条件式(5)、の角度の上限をこえて角度が強まるとシェーディング等の問題が発生するため良くない。また条件式(5)の下限を超過して角度が小さくすると、第4レンズG4の屈折力を強くしなくてはならず、ペッツパル和を小さくすることができなくなり、像面彎曲が多く発生するため良くない。また、第4レンズG4の屈折力を抑えるためには、第1レンズG1の負の屈折力を強めるか、レンズ全長を長くする必要があり、コンパクト化に困難となる。

## 【0035】

又、各実施形態において、前記第2レンズ群L2は、材料の屈折率を $n$ とするとき、

$$n > 2.0 \dots\dots (6)$$

の条件を満足するレンズを有するようにしている。

## 【0036】

条件式(6)は第2レンズ群L2中のレンズの材料の屈折率を規定している式である。条件式(6)の下限値を超過して屈折率が小さくなると、第2レンズ群L2の各レンズの間隔を狭めることができず、レンズ全長の短縮が困難となる。

## 【0037】

尚、収差補正を良好に行いつつ、更にレンズ系全体の小型化を図るには、前述の条件式(1)～(6)の数値範囲を次の如く設定するのが良い、

$$0.72 < t_d / f < 1.26 \dots\dots (1a)$$

$$1.0 < |f_1| / f < 2.4 \dots\dots (2a)$$

$$0.15 < d_2 / f < 0.7 \dots\dots (3a)$$

$$0.195 < (\tan \omega - \phi / 2f) / (1 - \phi / f) < 0.365 \quad \dots (4a)$$

$$16^\circ < \theta < 24.5^\circ \quad \dots (5a)$$

$$n > 2.001 \quad \dots (6a)$$

以上のように各実施形態ではレトロフォーカス型のレンズ系にすることにより撮影画角の広画角化を達成し、射出瞳位置を調整することで、レンズ枚数の少ないコンパクトで、撮影画角  $55^\circ$  程度、F ナンバー 2.9 程度で、画面全体の諸収差を良好に補正した高い光学性能を有した撮影レンズを達成している。

#### 【0038】

次に、本発明の実施形態 1～8 に各々対応する数値実施例 1～8 を示す。各数値実施例において  $i$  は物体側からの光学面の順序を示し、 $r_i$  は第  $i$  番目の光学面（第  $i$  面）の曲率半径、 $d_i$  は第  $i$  面と第  $i+1$  面との間の間隔、 $n_i$  と  $\nu_i$  はそれぞれ  $d$  線に対する第  $i$  番目の光学部材の材料の屈折率、アッベ数を示す。

#### 【0039】

また  $k$  を円錐係数、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ 、 $E$  を非球面係数、光軸からの高さ  $h$  の位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にして  $x$  とするとき、非球面形状は、

$$x = (h^2 / R) / [1 + \{1 - (1 + k)(h / R)^2\}^{1/2}] + B h^4 + C h^6 + D h^8 + E h^{10}$$

で表示される。但し  $R$  は曲率半径である。また例えば「 $D-Z$ 」の表示は「 $10^{-Z}$ 」を意味する。また、各数値実施例における上述した条件式との対応を表 1 に示す。 $f$  は焦点距離、 $f_n$  は F ナンバー、 $\omega$  は半画角を示す。

#### 【0040】

数値実施例において、 $r_{10}$ 、 $r_{11}$  は光学ブロック G の面である。

#### 【0041】

## 【外 1】

## 数値実施例 1

f=7.00

fno=1:2.9 2 $\omega$ =53.7°

r 1=	30.031	d 1=	0.50	n 1=	1.48749	$\nu$ 1=	70.2
r 2=	4.387	d 2=	1.65				
r 3=	(絞り)	d 3=	0.64				
r 4=	5.499	d 4=	2.05	n 2=	2.00330	$\nu$ 2=	28.3
r 5=	-9.667	d 5=	0.34				
r 6=	-4.169	d 6=	0.50	n 3=	1.92286	$\nu$ 3=	18.9
r 7=	13.486	d 7=	0.25				
r 8=	-17.552	d 8=	1.67	n 4=	1.80400	$\nu$ 4=	46.6
r 9=	-3.686	d 9=	5.08				
r10=	$\infty$	d10=	1.65	n 5=	1.54427	$\nu$ 5=	70.6
r11=	$\infty$						

面番号	曲率	非球面係数				
		K	B	C	D	E
9	-1.75525D+01	-2.61515D+02	-4.62365D-03	1.67860D-03		
10	-3.68558D+00	-8.40840D+00	-1.81769D-02	3.77635D-03	-5.58579D-04	5.59955D-05

## 【0 0 4 2】

## 【外 2】

## 数値実施例 2

f=6.55000

fno=1:2.9 2 $\omega$ =56.9°

r 1=	17.884	d 1=	0.50	n 1=	1.48749	$\nu$ 1=	70.2
r 2=	4.000	d 2=	1.65				
r 3=	(絞り)	d 3=	0.75				
r 4=	5.072	d 4=	1.67	n 2=	2.00330	$\nu$ 2=	28.3
r 5=	-10.728	d 5=	0.39				
r 6=	-4.565	d 6=	0.50	n 3=	1.92286	$\nu$ 3=	18.9
r 7=	7.703	d 7=	0.38				
r 8=	-73.830	d 8=	1.77	n 4=	1.76802	$\nu$ 4=	49.2
r 9=	-3.593	d 9=	4.58				
r10=	$\infty$	d10=	1.65	n 5=	1.54427	$\nu$ 5=	70.6
r11=	$\infty$						

面番号	曲率	非球面係数				
		K	B	C	D	E
9	-7.38299D+01	-1.25317D+04	-3.76540D-03	1.02542D-03		
10	-3.59338D+00	-6.46259D+00	-1.54129D-02	2.31105D-03	-3.06474D-04	2.83489D-05

## 【0 0 4 3】

## 【外 3】

## 数値実施例 3

f=7.10

fno=1:2.9 2 $\omega$ =53.3°

r 1=	4.598	d 1=	0.50	n 1=	1.48749	$\nu$ 1=	70.2
r 2=	2.722	d 2=	3.25				
r 3=	(絞り)	d 3=	0.64				
r 4=	5.393	d 4=	1.30	n 2=	2.00330	$\nu$ 2=	28.3
r 5=	-8.840	d 5=	0.35				
r 6=	-5.803	d 6=	0.50	n 3=	1.92286	$\nu$ 3=	18.9
r 7=	6.289	d 7=	0.28				
r 8=	-13.293	d 8=	1.20	n 4=	1.78800	$\nu$ 4=	47.4
r 9=	-3.752	d 9=	4.74				
r10=	$\infty$	d10=	1.65	n 5=	1.54427	$\nu$ 5=	70.6
r11=	$\infty$						

面番号	曲率	非球面係数				
		K	B	C	D	E
9	-1.32927D+01	-1.97489D+02	-1.01443D-02	2.12661D-03		
10	-3.75211D+00	-8.16773D+00	-1.78215D-02	3.05029D-03	-3.53805D-04	3.73636D-05

## 【0 0 4 4】

## 【外 4】

## 数値実施例 4

f= 6.00000		fno=1:2.9 2 $\omega$ =61.2°	
r 1= 11.370	d 1= 0.50	n 1=1.48749	$\nu$ 1= 70.2
r 2= 4.000	d 2= 3.04		
r 3= (絞り)	d 3= -0.10		
r 4= 3.787	d 4= 1.25	n 2=2.00330	$\nu$ 2= 28.3
r 5= -12.332	d 5= 0.20		
r 6= -4.923	d 6= 0.50	n 3=1.92286	$\nu$ 3= 18.9
r 7= 5.856	d 7= 0.20		
r 8= -8.372	d 8= 1.11	n 4=1.77250	$\nu$ 4= 49.6
r 9= -3.004	d 9= 3.48		
r10= $\infty$	d10= 1.65	n 5=1.54427	$\nu$ 5= 70.6
r11= $\infty$			

面番号	曲率	非球面係数 K	B	C	D	E
9	-8.37172D+00	-1.19469D+02	-2.60271D-02	9.54817D-03		
10	-3.00384D+00	-6.84479D+00	-2.87536D-02	6.67046D-03	-6.94599D-04	1.91999D-04

【0 0 4 5】

## 【外 5】

## 数値実施例 5

f= 6.10		fno=1:2.9 2 $\omega$ = 60.3°	
r 1= 11.370	d 1= 0.50	n 1=1.48749	$\nu$ 1= 70.2
r 2= 4.000	d 2= 3.04		
r 3= (絞り)	d 3= -0.10		
r 4= 3.787	d 4= 1.25	n 2=2.00330	$\nu$ 2= 28.3
r 5= -12.332	d 5= 0.20		
r 6= -4.923	d 6= 0.50	n 3=1.92286	$\nu$ 3= 18.9
r 7= 5.856	d 7= 0.20		
r 8= -8.372	d 8= 1.11	n 4=1.77250	$\nu$ 4= 49.6
r 9= -3.004	d 9= 3.48		
r10= $\infty$	d10= 1.65	n 5=1.54427	$\nu$ 5= 70.6
r11= $\infty$			

面番号	曲率	非球面係数 K	B	C	D	E
9	-8.37172D+00	-1.19469D+02	-2.60271D-02	9.54817D-03		
10	-3.00384D+00	-6.84479D+00	-2.87536D-02	6.67046D-03	-6.94599D-04	1.91999D-04

【0 0 4 6】

## 【外 6】

## 数値実施例 6

f= 6.60		fno=1:2.9 2 $\omega$ =63.9°	
r 1= 21.462	d 1= 0.50	n 1=1.48749	$\nu$ 1= 70.2
r 2= 4.000	d 2= 1.70		
r 3= (絞り)	d 3= 0.04		
r 4= 4.577	d 4= 1.53	n 2=2.00330	$\nu$ 2= 28.3
r 5= -9.800	d 5= 0.29		
r 6= -4.070	d 6= 0.50	n 3=1.92286	$\nu$ 3= 18.9
r 7= 10.467	d 7= 0.40		
r 8= -10.591	d 8= 1.07	n 4=1.77250	$\nu$ 4= 49.6
r 9= -3.049	d 9= 4.23		
r10= $\infty$	d10= 1.65	n 5=1.54427	$\nu$ 5= 70.6
r11= $\infty$			

面番号	曲率	非球面係数 K	B	C	D	E
9	-1.05309D+01	-1.58116D+02	-1.54652D-02	4.66597D-03		
10	-3.04916D+00	-6.44016D+00	-2.56730D-02	4.70902D-03	-6.20952D-04	1.23686D-04

【0 0 4 7】

## 【外 7】

## 数値実施例 7

f=6.2

fno=1:2.9 2 $\omega$ =53.7

r 1=	8.305	d 1=	0.50	n 1=	1.48749	$\nu$ 1=	70.2
r 2=	2.149	d 2=	2.11				
r 3=	(絞り)	d 3=	0.64				
r 4=	4.914	d 4=	1.30	n 2=	2.00330	$\nu$ 2=	28.3
r 5=	-7.981	d 5=	0.35				
r 6=	-6.302	d 6=	0.50	n 3=	1.92286	$\nu$ 3=	18.9
r 7=	6.556	d 7=	0.26				
r 8=	97.323	d 8=	1.20	n 4=	1.69680	$\nu$ 4=	55.5
r 9=	-4.298	d 9=	4.74				
r10=	$\infty$	d10=	1.65	n 5=	1.54427	$\nu$ 5=	70.6
r11=	$\infty$						

面番号	曲率	非球面係数 K	B	C	D	E
9	9.78232D+01	1.77834D+03	2.87857D-03	2.22690D-03		
10	-4.29755D+00	-9.30471D+00	-8.66763D-03	3.65482D-03	-2.00019D-04	8.49398D-05

【0048】

## 【外 8】

## 数値実施例 8

f=7.00

fno=1:2.9 2 $\omega$ =53.7

r 1=	23.710	d 1=	0.50	n 1=	1.48749	$\nu$ 1=	70.2
r 2=	4.000	d 2=	1.21				
r 3=	(絞り)	d 3=	-0.04				
r 4=	4.533	d 4=	1.26	n 2=	2.00330	$\nu$ 2=	28.3
r 5=	-9.985	d 5=	0.34				
r 6=	-3.930	d 6=	0.50	n 3=	1.92286	$\nu$ 3=	18.9
r 7=	12.213	d 7=	0.50				
r 8=	-10.286	d 8=	0.92	n 4=	1.77250	$\nu$ 4=	49.6
r 9=	-3.040	d 9=	4.44				
r10=	$\infty$	d10=	1.65	n 5=	1.54427	$\nu$ 5=	70.6
r11=	$\infty$						

面番号	曲率	非球面係数 K	B	C	D	E
9	-1.02856D+01	-1.43606D+02	-1.56457D-02	4.80940D-03		
10	-3.03998D+00	-6.49558D+00	-2.65802D-02	5.62788D-03	-9.32248D-04	1.92313D-04

【0049】

## 【表 1】

	数値実施例							
	1	2	3	4	5	6	7	8
条件式 1	1.09	1.16	1.13	1.117	1.24	0.91	1.11	0.74
条件式 2	1.51	1.63	2.12	2.15	1.31	1.54	1.04	1.42
条件式 3	0.33	0.37	0.55	0.49	0.57	0.26	0.44	0.17
条件式 4	0.20	0.20	0.25	0.36	0.25	0.28	0.24	0.27
条件式 5	16.5	16.1	19.3	24.2	19.4	20.5	19.0	20.4
条件式 6	2.003	2.003	2.003	2.003	2.003	2.003	2.003	2.003

【0050】

次に、実施形態 1～8 の撮影レンズ OL を備えたデジタルスチルカメラ（光学機器）の実施形態について、図 17 を用いて説明する。

【0051】

図 17 (a) はデジタルスチルカメラの正面図、図 17 (b) は側部断面図で



ある。図中、10はカメラ本体（筐体）、11は実施形態1～8いずれかの撮影レンズを用いた撮影光学系、12はファインダー光学系、13はCCDセンサ、CMOSセンサ等の固体撮像素子（光電変換素子）である。固体撮像素子13は撮影光学系11に形成された被写体の像を受けて電気的な情報への変換を行う。電気的な情報に変換された被写体の画像情報は不図示の記憶部に記録される。

#### 【0052】

このように実施形態1～8の撮影レンズをデジタルスチルカメラの撮影光学系に適用することで、コンパクトな撮影装置（光学機器）が実現できる。

#### 【0053】

##### [実施態様1]

前方より後方へ順に、負の屈折力の第1レンズ群と、開口絞りと、正の屈折力の第2レンズ群とを有するレンズ系において、該第1レンズ群は後方の面が凹形状の単一レンズから成ると共に、該第2レンズ群は3枚のレンズを有し、該レンズ系の全長を $t_d$ 、該レンズ系全体の焦点距離を $f$ とすると、

$$0.7 < t_d / f < 1.3$$

なる条件を満足することを特徴とするレンズ系。

#### 【0054】

##### [実施態様2]

前記第1レンズ群の焦点距離を $f_1$ 、該第1レンズ群の最も後方の面から前記第2レンズ群の最も前方の面までの間隔を $d_2$ とすると、

$$0.8 < |f_1| / f < 2.5$$

$$0.1 < d_2 / f < 0.8$$

なる条件を満足することを特徴とする実施態様1のレンズ系。

#### 【0055】

##### [実施態様3]

前記第2レンズ群は材料の屈折率を $n$ とすると、

$$n > 2.0$$

なる条件を満足するレンズを有することを特徴とする実施態様1又は2のレンズ系。

## 【0056】

## [実施態様4]

前記2レンズ群は、1面以上の非球面を有することを特徴とする実施態様1、2又は3のレンズ系。

## 【0057】

[実施態様5] 実施態様1から4のいずれか1項のレンズ系で所定の有効画面内に像を形成する光学機器であって、前記第2レンズ群の最も後方の面の有効径を $\phi$ 、該レンズ系全系の半画角を $\omega$ 、該レンズ系全系の最も後方の面から後側主点位置までの距離を $ok$ とすると、

$$0.19 < (\tan \omega - \phi / 2f) / (1 - ok / f) < 0.37$$

なる条件を満足することを特徴とする光学機器。

## 【0058】

[実施態様6] 実施態様1から4のいずれか1項のレンズ系で、所定の有効画面内に像を形成する光学機器であって、前記第2レンズ群の最も後方の面から該有効画面の最大像高に向かう軸外主光線と軸上主光線とのなす角度を $\theta$ とすると、

$$15^\circ < \theta < 25^\circ$$

なる条件を満足することを特徴とする光学機器。

## 【0059】

[実施態様7] 前方より後方へ順に、後方に凹面を向けたメニスカス形状で負の屈折力の第1レンズ、開口絞り、両レンズ面が凸面の第2レンズ、両レンズ面が凹面の第3レンズ、後方の面が凸形状で正の屈折力の第4レンズから成ることを特徴とするレンズ系。

## 【0060】

## [実施態様8]

前記第1レンズの焦点距離を $f1a$ 、レンズ系全系の焦点距離を $fa$ 、該第1レンズの後方の面から前記第2レンズの前方の面までの間隔を $d2a$ とすると、

$$0.8 < |f1a| / fa < 2.5$$

$$0.1 < d_2 a / f_a < 0.8$$

なる条件を満足することを特徴とする実施態様7のレンズ系。

# 【0061】

[実施態様9]

前記第2レンズを構成する材料の屈折率を  $n_a$  とするとき、

$$n_a > 2.0$$

なる条件を満足することを特徴とする実施態様7又は8のレンズ系。

# 【0062】

[実施態様10] 前記第4レンズは、1面以上の非球面を有することを特徴とする実施態様7、8又は9のレンズ系。

# 【0063】

[実施態様11] 実施態様7から10のいずれか1項のレンズ系で所定の有効画面内に像を形成する光学機器であって、前記第4レンズの後方の面の有効径を  $\phi_a$ 、該レンズ系全系の半画角を  $\omega_a$ 、該レンズ系全系の最も後方の面から後側主点位置までの距離を  $o_{ka}$  とするとき、

$$0.19 < (\tan \omega_a - \phi_a / 2 f_a) / (1 - o_{ka} / f_a) < 0.37$$

なる条件を満足することを特徴とする光学機器。

# 【0064】

[実施態様12]

実施態様7から10のいずれか1項のレンズ系で所定の有効画面内に像を形成する光学機器であって、前記第4レンズの最も後方の面から該有効画面の最大像高に向かう軸外主光線と軸上主光線とのなす角度を  $\theta_a$  とするとき、

$$15^\circ < \theta_a < 25^\circ$$

なる条件を満足することを特徴とする光学機器。

# 【0065】

[実施態様13]

前方より後方へ順に、負の屈折力の第1レンズ群と、開口絞りと、正の屈折力の第2レンズ群とを有するレンズ系で所定の有効画面内に像を形成する光学機器であって、該第1レンズ群は後方の面が凹形状の単一レンズからなると共に、該

第2レンズ群は3枚のレンズを有し、該第2レンズ群の最も後方の面の有効径を $\phi$ 、該レンズ系全系の半画角を $\omega$ 、該レンズ系全系の焦点距離を $f$ 、該レンズ系全系の最も後方の面から後側主点位置までの距離を $o_k$ とすると、

$$0.19 < (\tan \omega - \phi / 2f) / (1 - o_k / f) < 0.37$$

なる条件を満足することを特徴とする光学機器。

#### 【0066】

##### [実施態様14]

前方より後方へ順に、負の屈折力の第1レンズ群と、開口絞りと、正の屈折力の第2レンズ群とを有するレンズ系で所定の有効画面内に像を形成する光学機器であって、該第1レンズ群は後方の面が凹形状の単一レンズからなると共に、該第2レンズ群は3枚のレンズを有し、該第2レンズ群の最も後方の面から該有効画面の最大像高に向かう軸外主光線と軸上主光線とのなす角度を $\theta$ とすると、

$$15^\circ < \theta < 25^\circ$$

なる条件を満足することを特徴とする光学機器。

#### 【0067】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、簡易で小型なレンズ構成でありながら、テレセントリック性と高い光学性能を維持したレンズ系を達成することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態1のレンズ断面図

【図2】 本発明の実施形態1に対応する数値実施例1の広角端の収差図

【図3】 本発明の実施形態2のレンズ断面図

【図4】 本発明の実施形態2に対応する数値実施例2の広角端の収差図

【図5】 本発明の実施形態3のレンズ断面図

【図6】 本発明の実施形態3に対応する数値実施例3の広角端の収差図

【図7】 本発明の実施形態4のレンズ断面図

【図8】 本発明の実施形態4に対応する数値実施例4の広角端の収差図

【図9】 本発明の実施形態5のレンズ断面図

【図10】 本発明の実施形態5に対応する数値実施例5の広角端の収差図

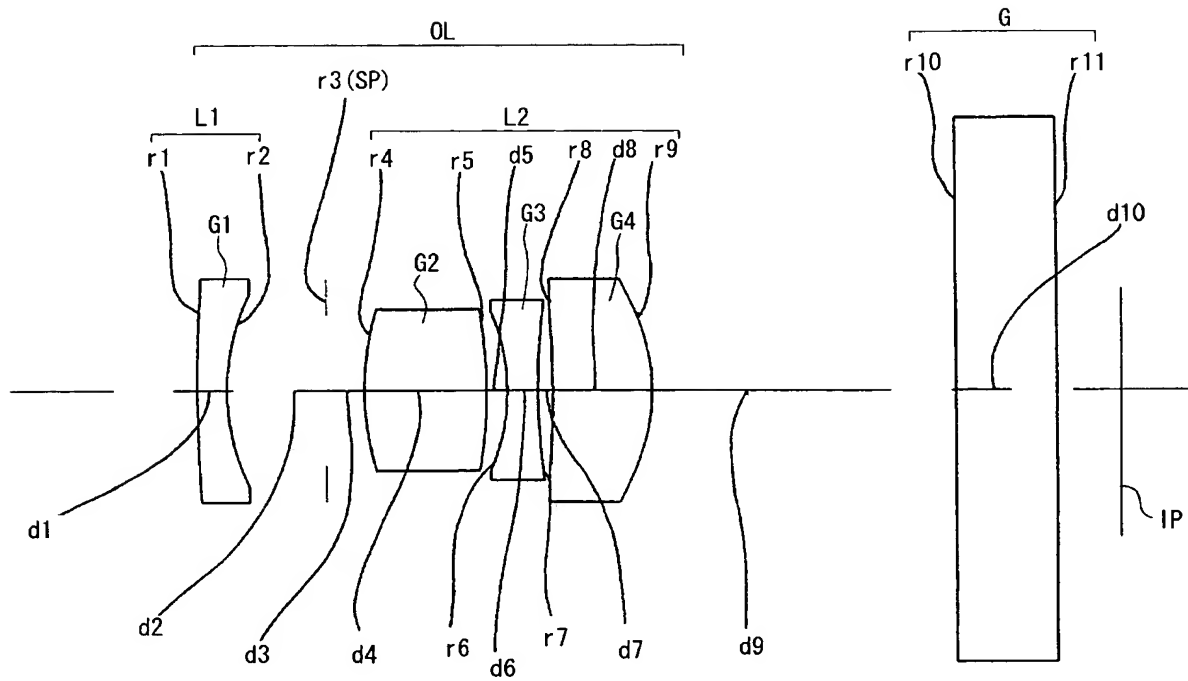
- 【図 1 1】 本発明の実施形態 6 のレンズ断面図  
【図 1 2】 本発明の実施形態 6 に対応する数値実施例 6 の広角端の収差図  
【図 1 3】 本発明の実施形態 7 のレンズ断面図  
【図 1 4】 本発明の実施形態 7 に対応する数値実施例 7 の広角端の収差図  
【図 1 5】 本発明の実施形態 8 のレンズ断面図  
【図 1 6】 本発明の実施形態 8 に対応する数値実施例 8 の広角端の収差図  
【図 1 7】 本発明の光学機器の要部概略図

【符号の説明】

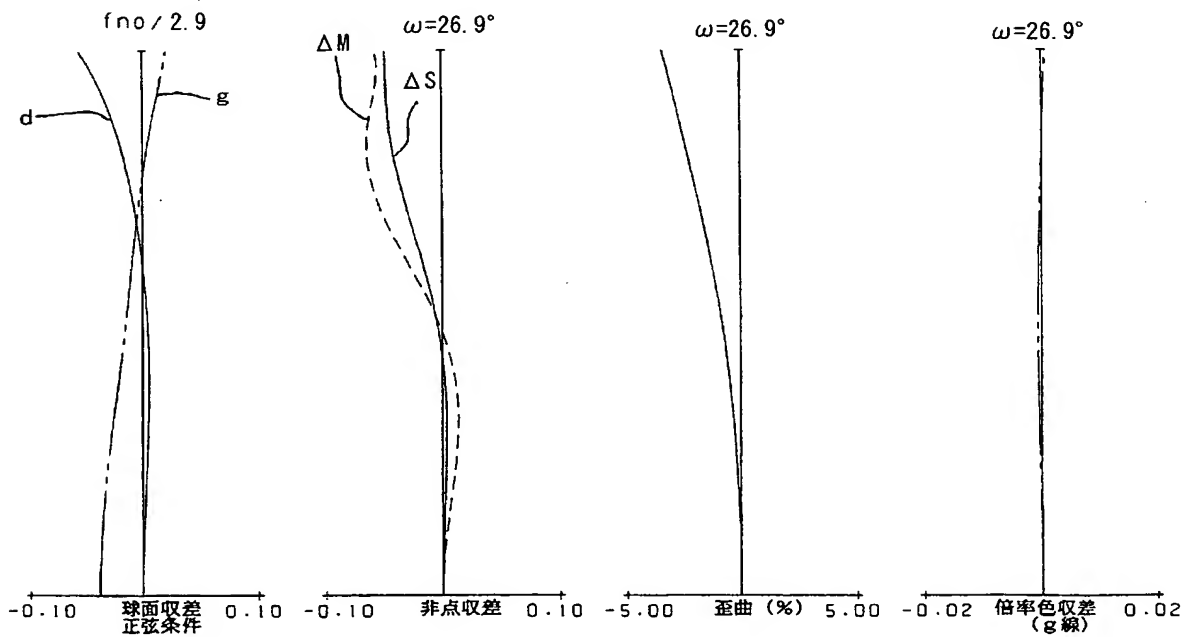
- L 1 第 1 レンズ群  
L 2 第 2 レンズ群  
d d 線  
g g 線  
 $\Delta M$  メリジオナル像面  
 $\Delta S$  サジタル像面  
S P 絞り  
I P 結像面  
G CCD のフォースプレートやローパスフィルター等のガラスブロック  
 $\omega$  半画角  
f n o F ナンバー

【書類名】 図面

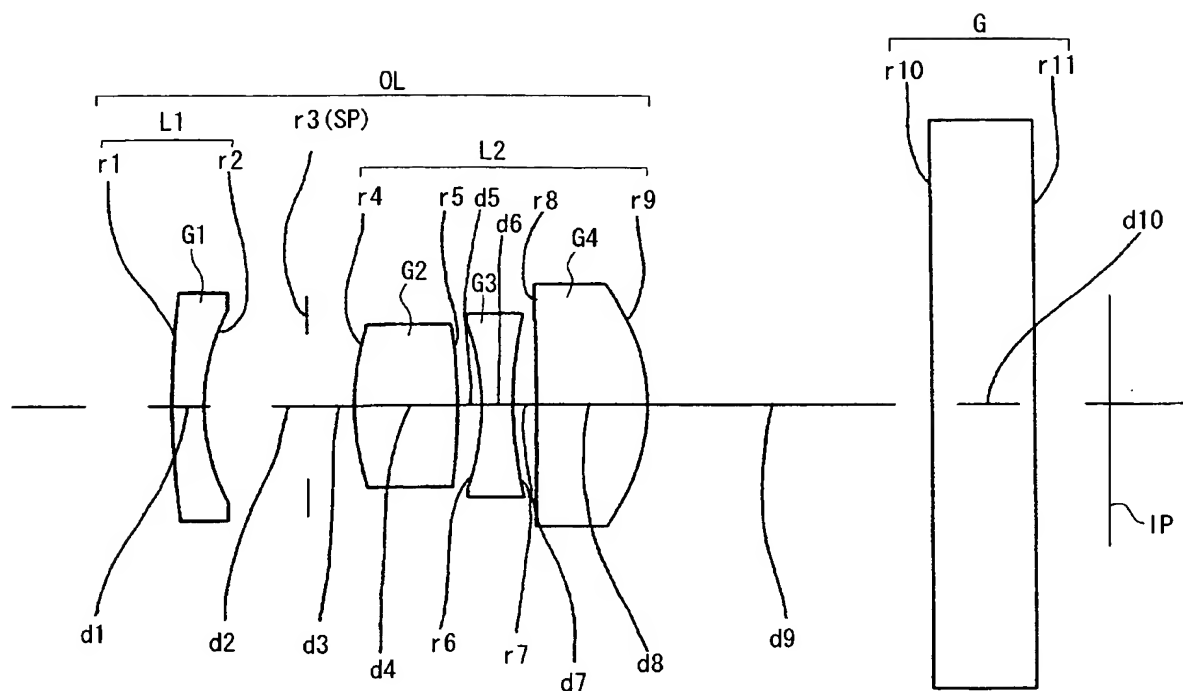
【図 1】



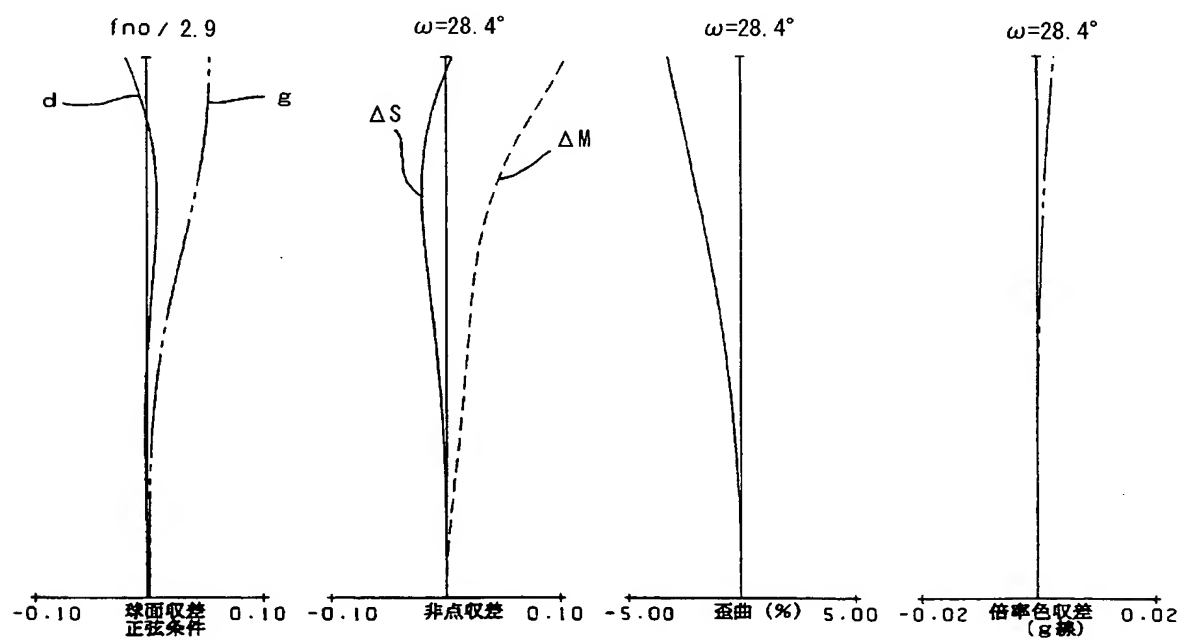
【図 2】



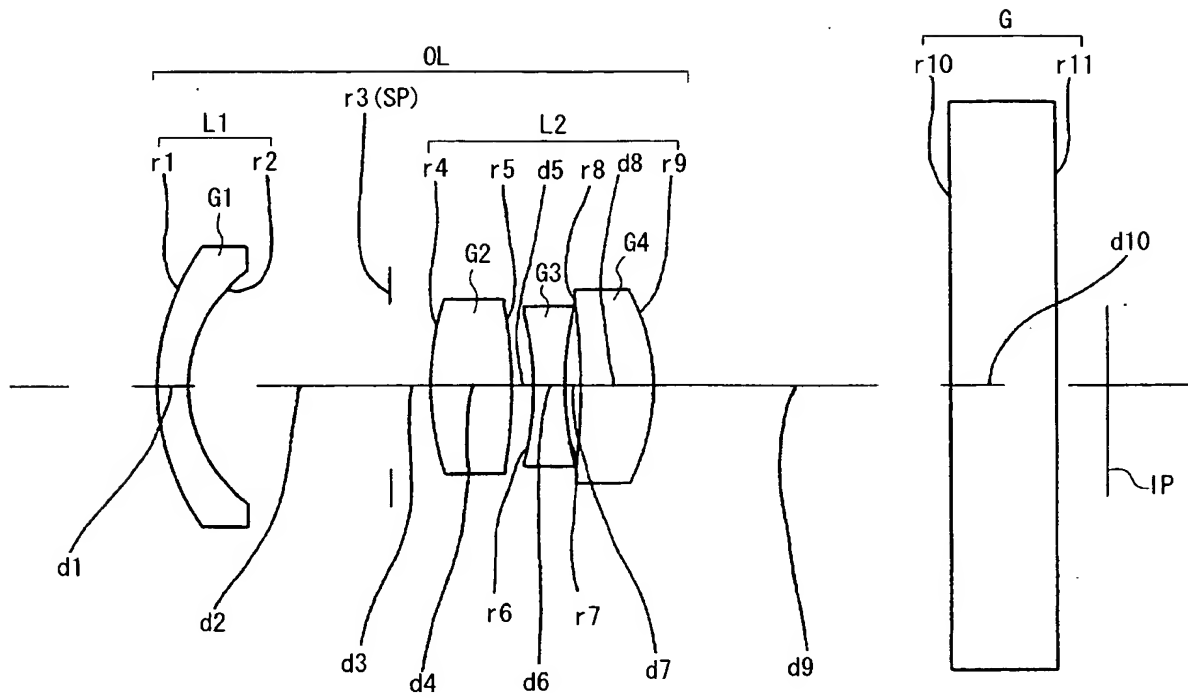
【図 3】



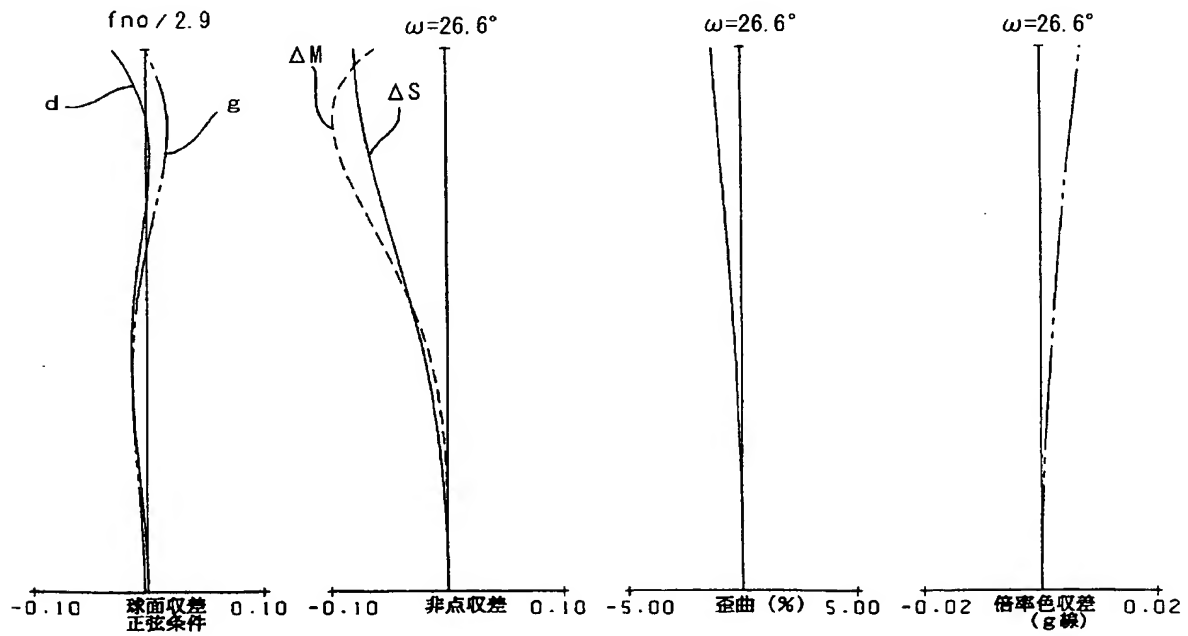
【図 4】



【図 5】

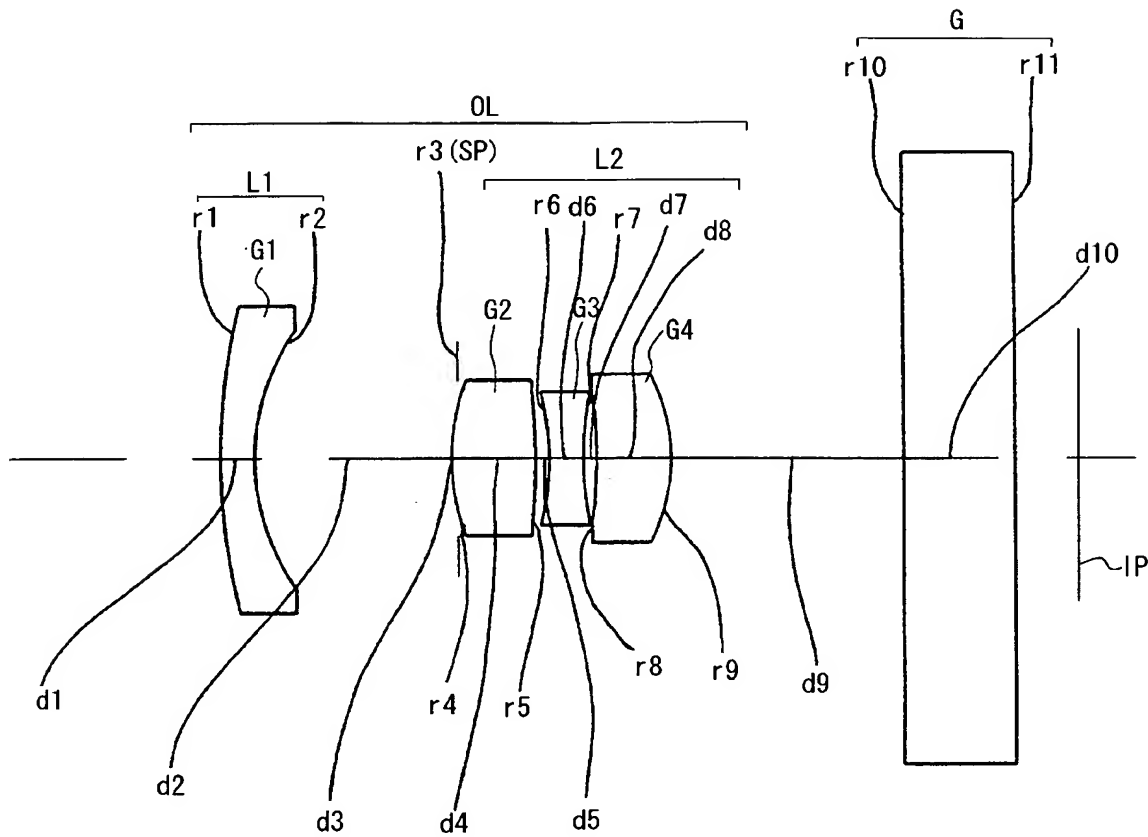


【図 6】

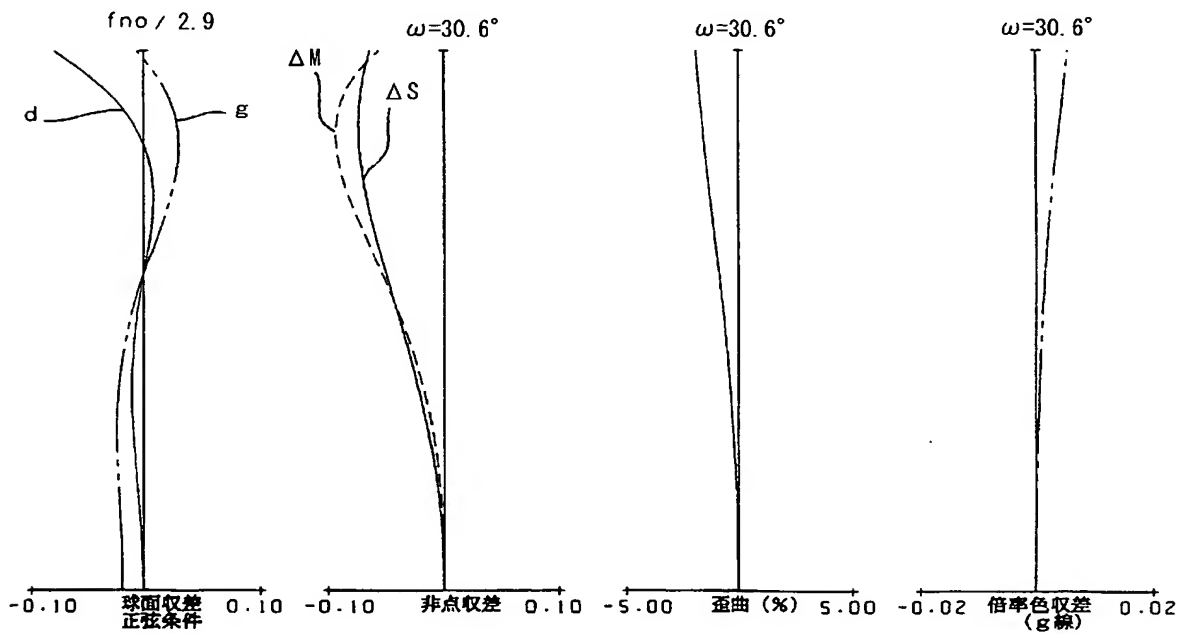




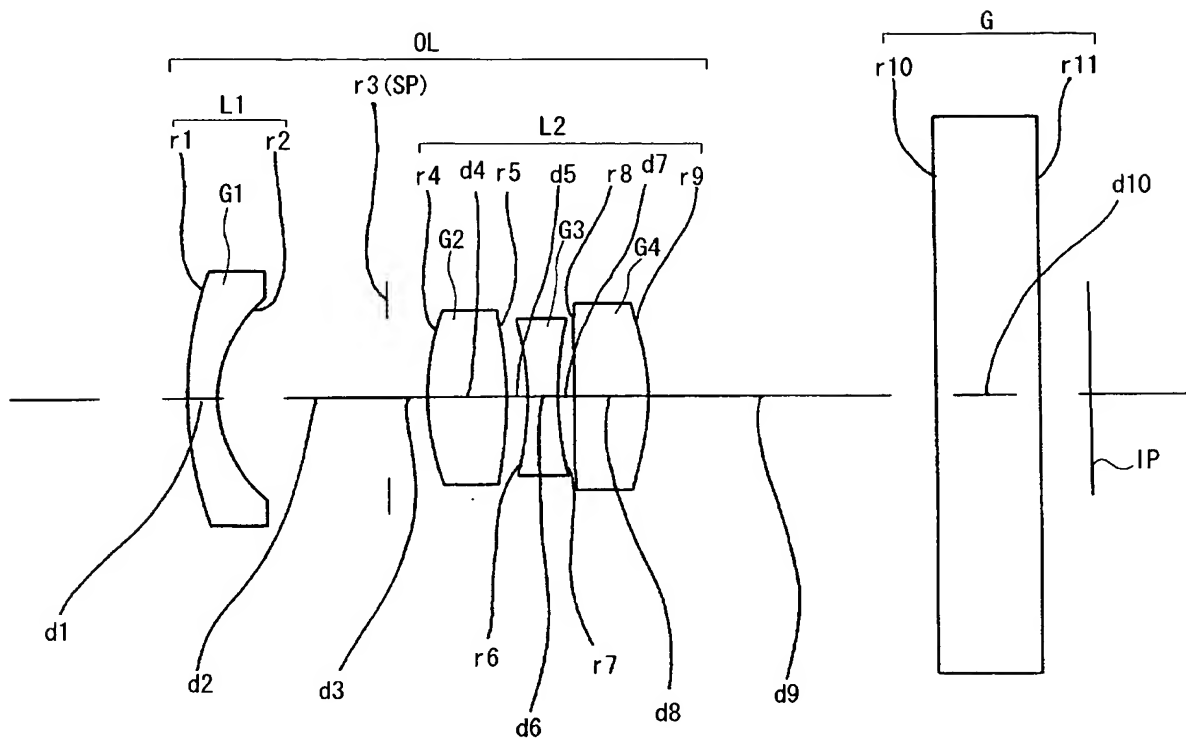
【図 7】



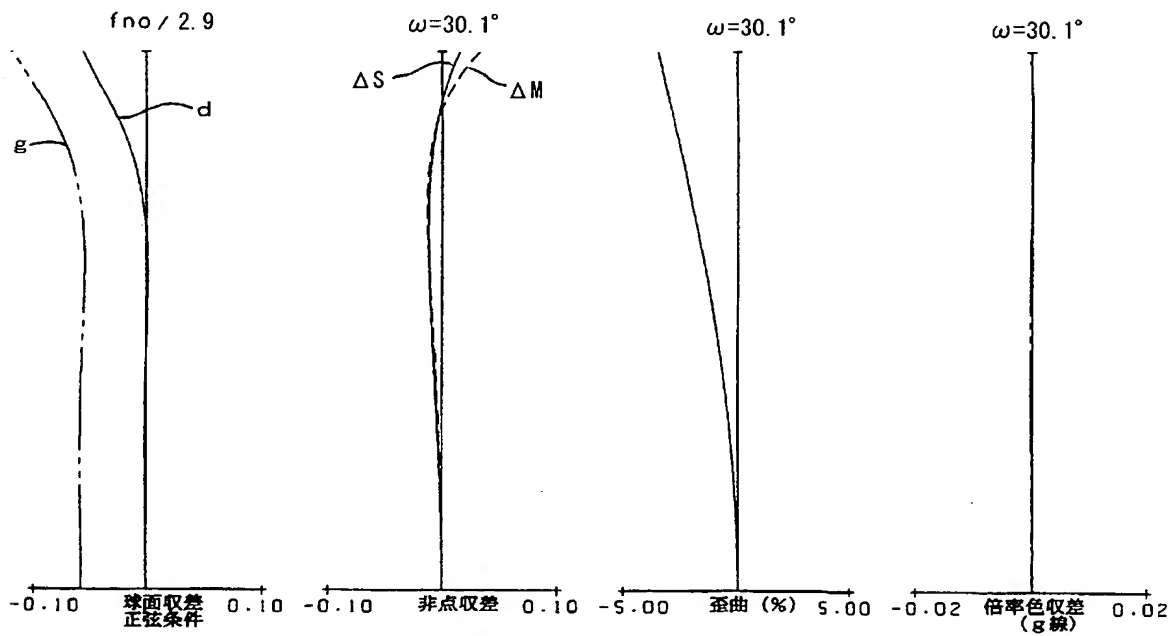
【図 8】



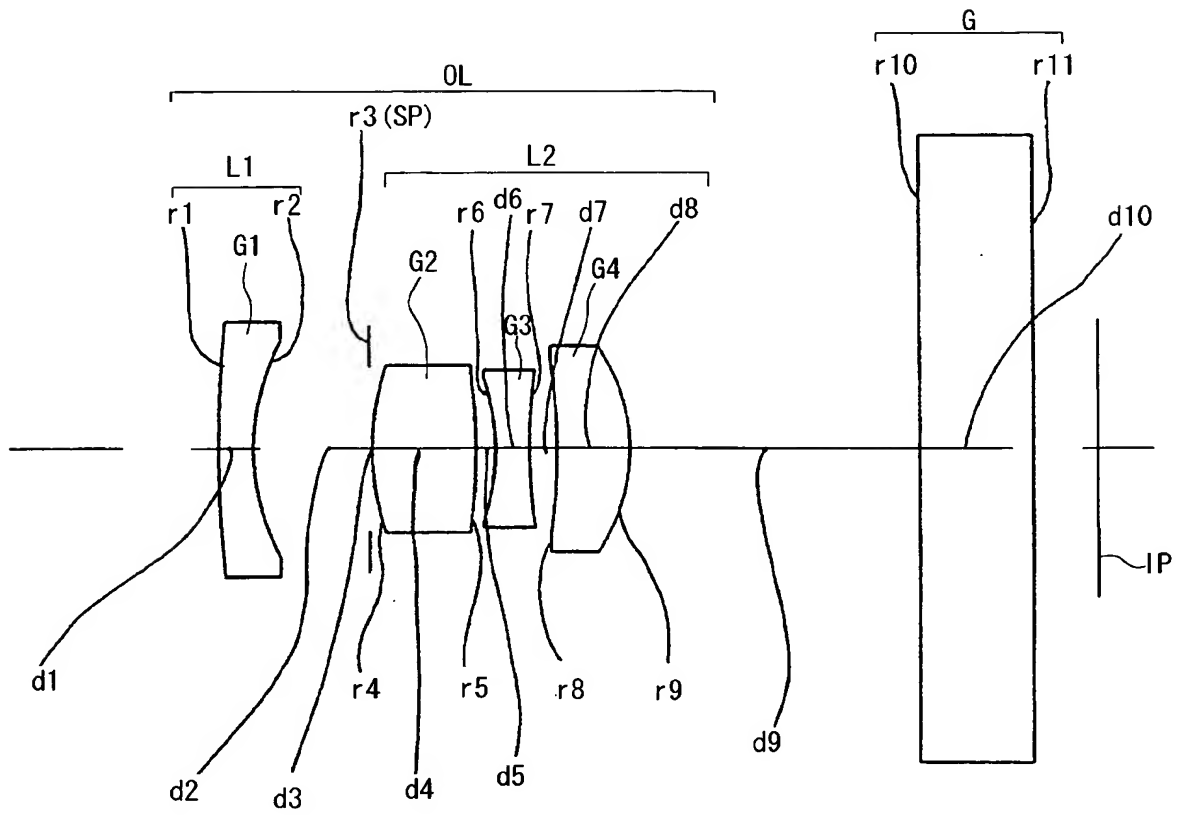
【図 9】



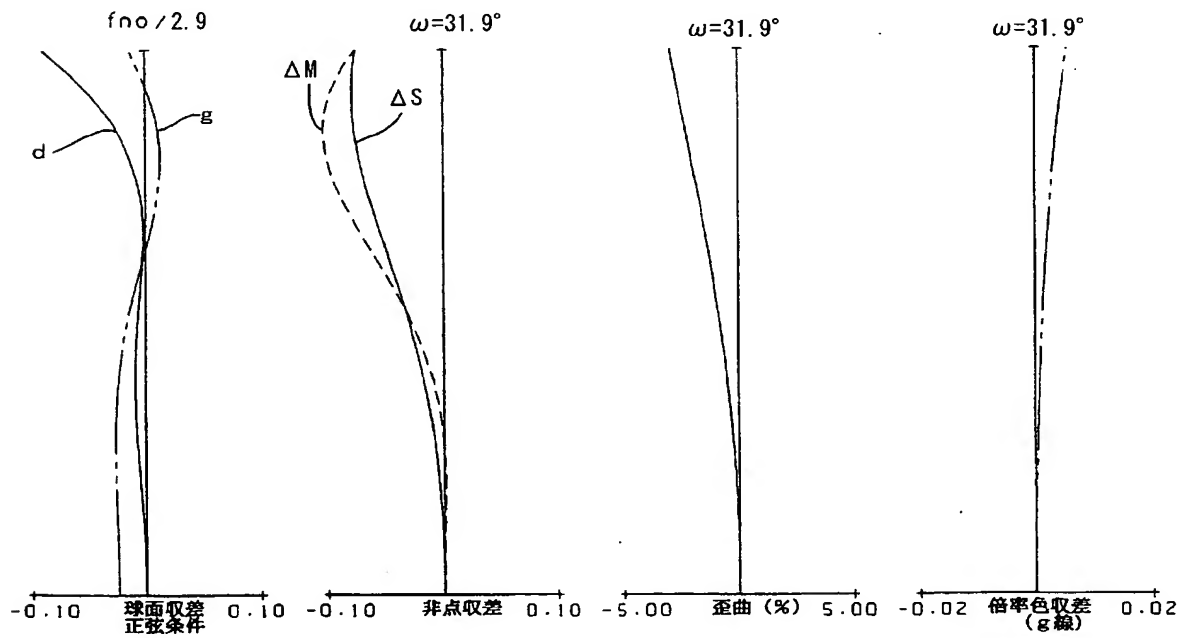
【図 10】



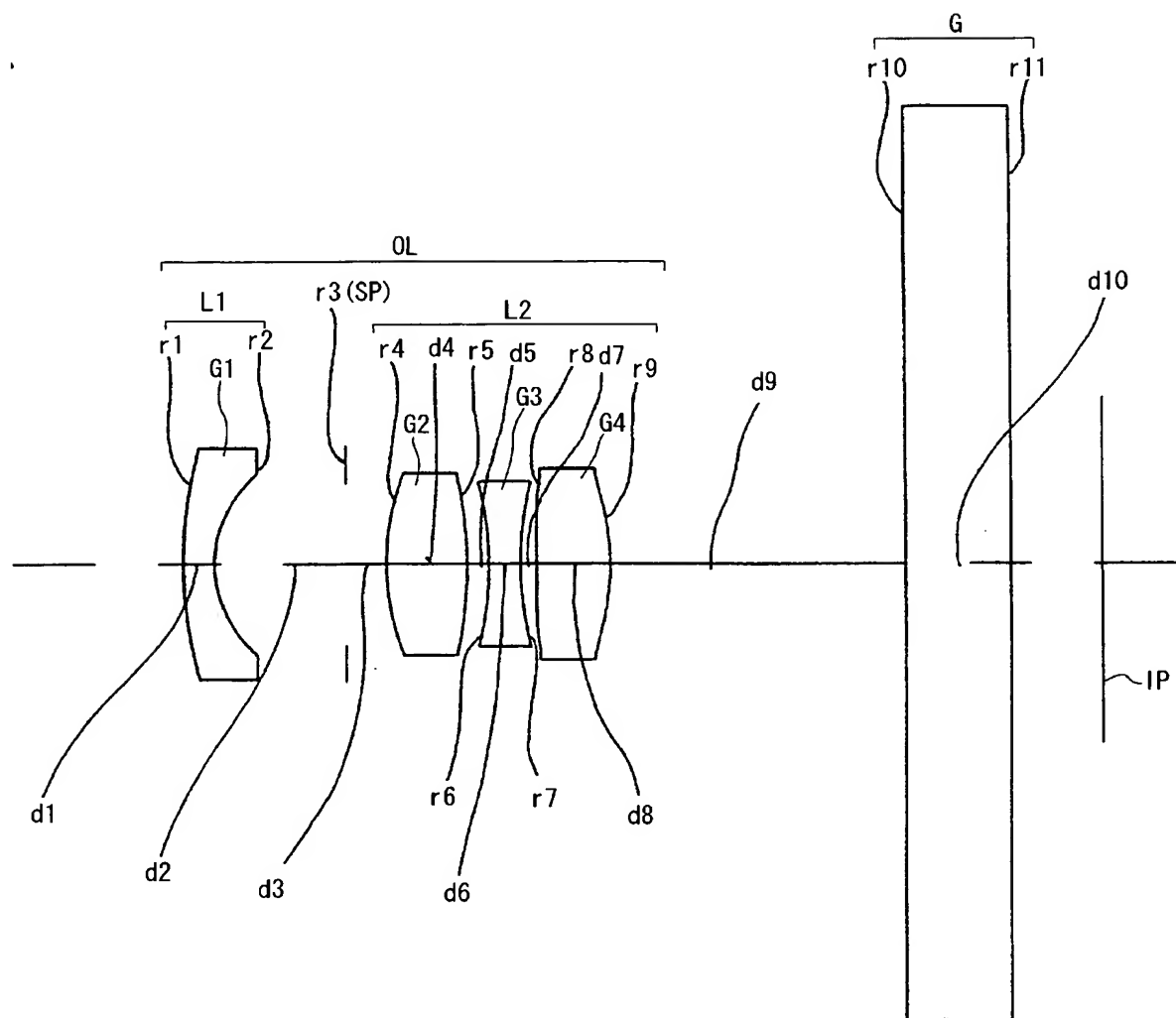
【図 1 1】



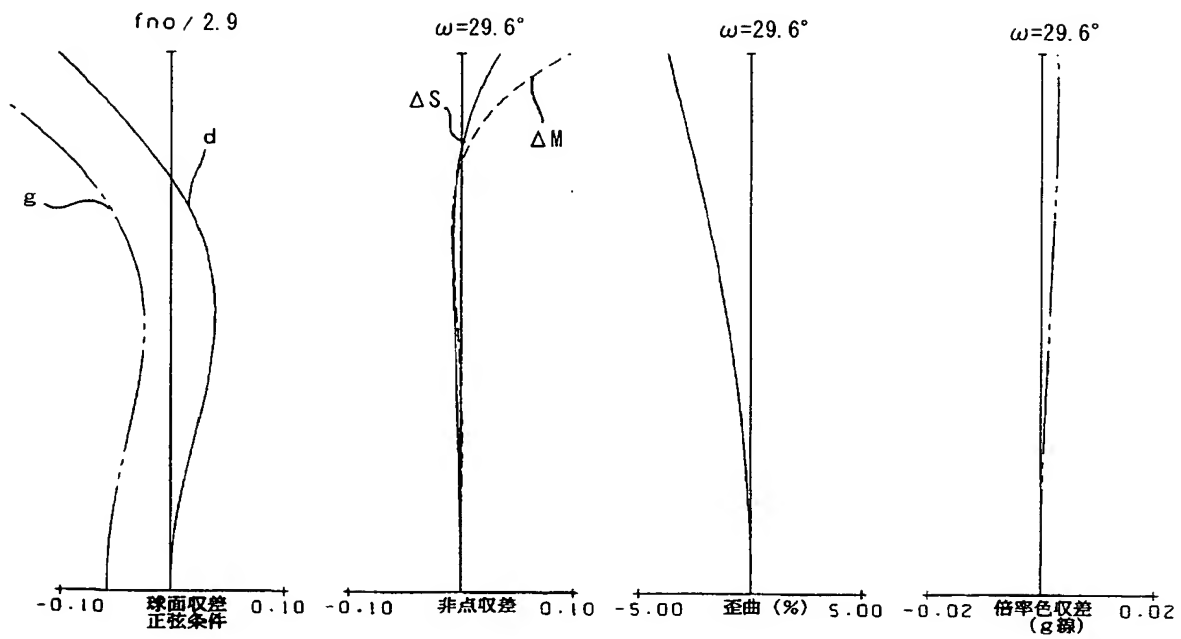
【図 1 2】



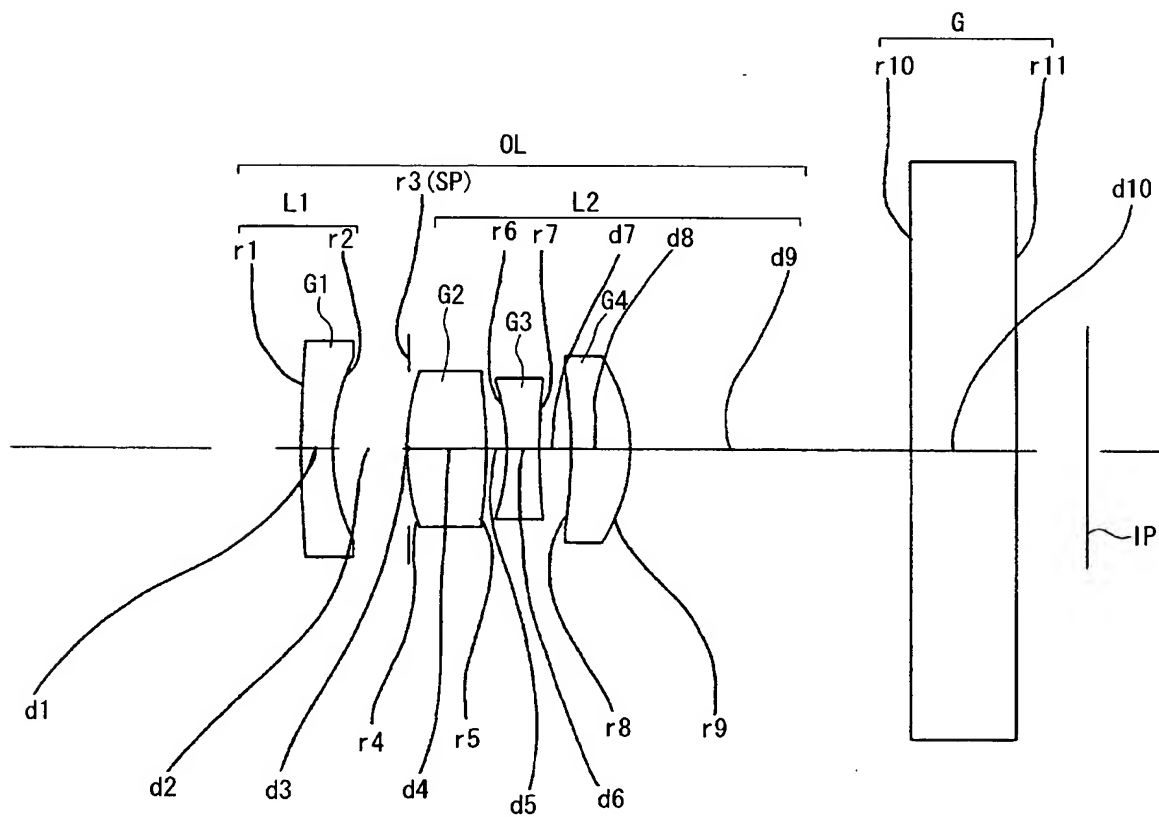
【図 13】



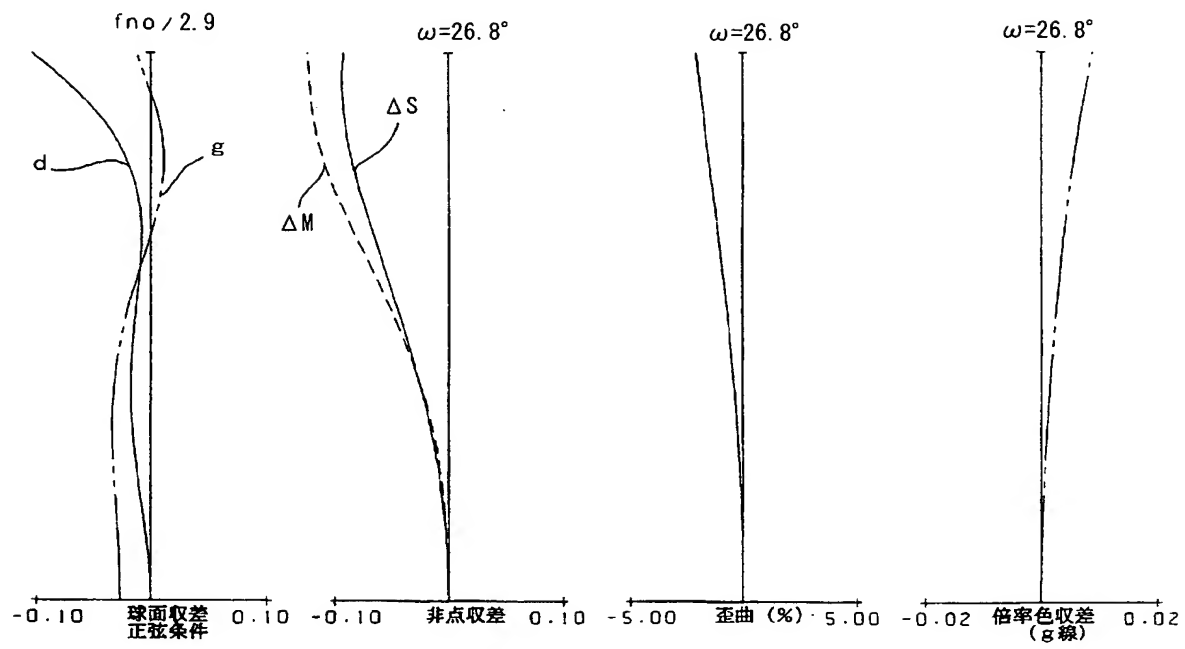
【図 14】



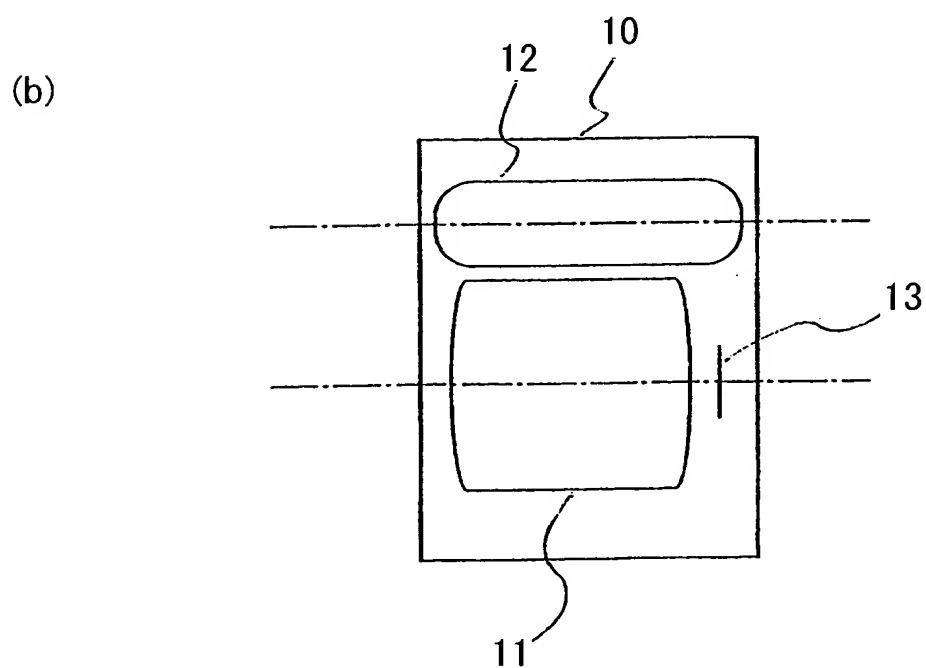
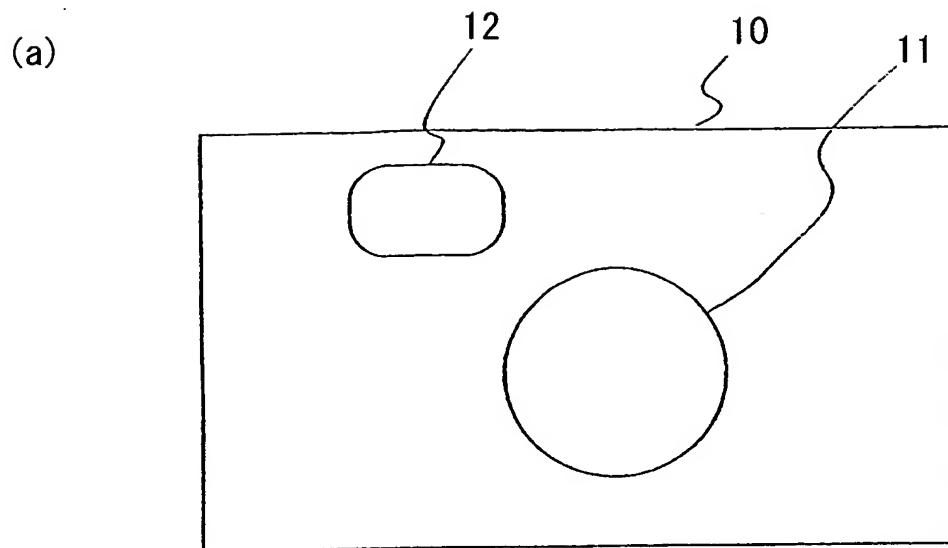
【図 15】



【図 16】



【図 17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡易なレンズ構成にて、広画角で明るく、小型で高い光学性能を有した撮影レンズを得ること。

【解決手段】 物体側より像側に順に、像側に凹形状のレンズ面が設けられた単一の負レンズから成る第1レンズ群L1と、開口絞りSPと、正の屈折力の第2レンズ群L2からなる撮影レンズOLにおいて、第2レンズ群L2を3枚以上のレンズで構成すると共に、レンズ全長をtd、レンズ全系の焦点距離をfとするとき、

$$0.7 < td/f < 1.3$$

なる条件を満足するように設定する。

【選択図】 図1



特願 2 0 0 3 - 0 2 8 5 9 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 1 0 0 7 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 3 0 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号
氏 名	キャノン株式会社